

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 100 20 089 A 1

⑯ Int. Cl.⁷:
H 01 M 8/04
H 01 M 8/02

⑯ Aktenzeichen: 100 20 089.3
⑯ Anmeldetag: 22. 4. 2000
⑯ Offenlegungstag: 31. 10. 2001

⑯ Anmelder:

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:

Docter, Andreas, Dr.-Ing., 89077 Ulm, DE; Wiesheu,
Norbert, Dipl.-Ing., 89312 Günzburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren zum dosierten Einbringen eines Flüssigkeitsvolumenstroms in ein System

⑯ Ein Verfahren dient zum dosierten Einbringen eines Flüssigkeitsvolumenstroms in ein System oder eine Komponente, insbesondere einen Verdampfer eines Gaserzeugungssystems einer mobilen Brennstoffzellenanlage. Das System oder die Komponente wirkt mit Druckpulsationen auf den Flüssigkeitsvolumenstrom zurück. Ein Kreislaufvolumenstrom wird von einem Vorratstank zu einem Verzweigungsbereich und zurück zu dem Vorratstank gefördert. Von dem Verzweigungsbereich gelangt der Flüssigkeitsvolumenstrom zu dem System oder der Komponente, in welche er in einer zu jedem Zeitpunkt vorgegebenen Menge dosiert wird. Der Flüssigkeitsvolumenstrom wird viel kleiner gewählt als der Kreislaufvolumenstrom.

DE 100 20 089 A 1

DE 100 20 089 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum dosierten Einbringen eines Flüssigkeitsvolumenstroms in ein System oder eine Komponente, insbesondere einen Verdampfer in einem Gaserzeugungssystem einer Brennstoffzellenanlage, welche mit Druckpulsationen auf den Flüssigkeitsvolumenstrom zurückwirkt. Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des oben genannten Verfahrens.

[0002] Aus der DE 44 25 634 C1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum dosierten Zuführen von flüssigen Reaktanten, wie beispielsweise Methanol und/oder Wasser, zu einem Brennstoffzellensystem bekannt. Dabei wird mit Hilfe einer Förderpumpe ein konstanter Massenstrom aus einem Vorratsbehälter in eine Förderleitung gefördert. Der Differenzdruck zwischen Förderleitung und Brennstoffzellensystem wird mit Hilfe eines Differenzdruckreglers, der in einer zwischen Förderleitung und Vorratsbehälter vorgesehenen Rückführleitung angeordnet ist, auf einen vorgegebenen Wert eingestellt. Die zuzuführende Methanol- und/oder Wassermenge kann dann z. B. durch Variation der Öffnungs- und Schließzeiten eines als Dosierventil eingesetzten Magnetventils eingestellt werden.

[0003] Derartige Aufbauten weisen immer den Nachteil auf, daß sie nur sehr ungenügend auf Druckpulsationen reagieren können, welche durch die Komponenten, in welche die Flüssigkeit zudosiert wird, auf die Vorrichtung zum dosierten Einbringen zurückwirken. Insbesondere gilt dies bei der Zudosierung von Flüssigkeiten, wie beispielsweise Wasser und/oder flüssiger Kohlenwasserstoff, in einen Verdampfer, z. B. den Verdampfer eines Gaserzeugungssystems einer Brennstoffzellenanlage. Durch die schlagartige Verdampfung der Flüssigkeit in dem Verdampfer werden Druckstöße erzeugt, welche auf die Vorrichtung zum dosierten Einbringen zurückwirken. Dadurch wird es praktisch unmöglich, eine gewünschte vorgegebene Dosierfördermenge exakt einzuhalten, da bei den im allgemeinen recht flachen Kennlinien der Dosiereinrichtungen, wie z. B. Düsen, bereits eine geringe Druckpulsation eine sehr große Variation in dem dosierten Volumenstrom zur Folge hat.

[0004] Um dennoch eine möglichst gute Dosiergenauigkeit in einem derartigen Flüssigkeitsreaktionsraum zu erreichen, kann man zusammen mit den Dosiereinrichtungen nur entsprechende Dosierpumpen einsetzen, welche eine sehr steile Förderkennlinie aufweisen. Dies bedeutet also, daß je steiler die Förderkennlinie ist, desto weniger sich die Druckschwankungen auf die Variation der Fördermenge der Dosierpumpe auswirken.

[0005] Nun liegt jedoch die Problematik darin, daß alle Pumpen die vergleichsweise steile Kennlinien aufweisen, engste Toleranzen, exakte Ventile, mehrere Pumpenelemente, elektrische Steuerungen usw. besitzen. Diese Komponenten stellen damit ausgesprochen teure Elemente dar. Außerdem kommen dazu noch pumpenspezifische Nachteile, z. B. bei einer Membranpumpe, welche eine sehr steile Kennlinie aufweist, liegen diese pumpenspezifischen Nachteile im Bereich der Fördercharakteristik. Dabei wird pro Umdrehung des Pumpenkopfes jeweils nur ein Förderimpuls an der Membran getätigter. D. h. die Förderung und damit der zudosierte Volumenstrom ist nicht kontinuierlich, sondern ein in sich bereits gemäß den Förderimpulsen pulsierender Volumenstrom. Dies kann nur mittels mehrerer sich überlagernder Pumpenelemente vermieden werden. Der Nachteil einer derartigen Anordnung liegt dabei wieder im Bauvolumen, im Gewicht sowie den damit verbundenen Kosten.

[0006] Speziell für den Einsatz in einem Brennstoffzel-

lenssystem für eine mobile Anwendung, also im Bereich der Kohlenwasserstoffreformierung für ein Brennstoffzellenfahrzeug, wirken sich derartige Nachteile gravierend aus.

[0007] Ein weiterer Nachteil tritt zusätzlich dann auf, wenn als Dosiereinrichtung eine Düsenzerstäubung eingesetzt wird. Aufgrund der Systemdruckschwankungen wird hier nicht nur die Dosiergenauigkeit nachteilig beeinflußt, sondern aufgrund der Charakteristik der Düse kommt es durch die Druckschwankungen hinter der Düse zusätzlich

10 zu einer sehr nachteiligen Beeinflussung der Zerstäubungsgüte bzw. – qualität einer derartigen Düse.

[0008] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum dosierten Einbringen eines Flüssigkeitvolumenstroms in ein System oder eine Komponenten, 15 welche mit Druckpulsationen auf den Flüssigkeitvolumenstrom zurückwirkt, zu schaffen, welches einen einfachen und kostengünstigen Aufbau bei geringem Gewicht und bei geringem Bauraum erlaubt, und welches ein sehr genaues Einhalten einer zu dem jeweiligen Zeitpunkt vorgegebenen Dosiermenge ermöglicht. Außerdem ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens zu schaffen.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

[0010] Durch die Anpassung des Verhältnisses der Volumenströme, also des Kreislaufvolumenstroms, welcher sich dann in den zu dosierenden Flüssigkeitvolumenstrom bzw. Systemvolumenstrom und einen zu dem Vorratstank zurückströmenden Tankrücklaufvolumenstrom aufteilt, kann eine

20 Entkoppelung der Druckpulsationen von der Dosiergenauigkeit erreicht werden. Dazu wird der Systemvolumenstrom im Verhältnis zu dem Tankrücklaufvolumenstrom sehr klein gehalten. Somit verursacht eine Änderung in dem Systemvolumenstrom, welche durch die von dem System oder von der Komponente zurückwirkenden Druckpulsationen verursacht wird, und welche im Vergleich zu dem sehr viel größeren Tankrücklaufvolumenstrom sehr klein ist, nur eine minimale Pulsation in dem eigentlichen von der Pumpe erzeugten Kreislaufvolumenstrom. Der anhand dieses Kreislaufvolumenstroms eingestellte Betriebspunkt der Pumpe in dem Dosierkreislauf wird dadurch also nur sehr geringfügig verschoben.

[0011] Erfindungsgemäß erreicht man so also ein sehr preiswertes und einfaches Verfahren, welches es erlaubt, unabhängig von den aus der Komponente oder dem System auf die Flüssigkeitsdosierung zurückwirkenden Druckpulsationen einen zum jeweiligen Zeitpunkt vorgegebenen Flüssigkeitvolumenstrom zu dosieren. Dieses Verfahren läßt sich grundsätzlich für alle Flüssigkeitsdosierungen einsetzen, findet seinen besonderen Vorteil jedoch bei der Dosierung von flüssigen Kohlenwasserstoffen und Wasser in den Gaserzeugungssystemen von mobilen Brennstoffzellenanlagen, bei denen sich die Vorteile bezüglich Kosten, Gewicht, Robustheit und geringem Bauraum als besonders wertvoll erweisen.

[0012] In einer weiteren sehr günstigen Ausgestaltung des Verfahrens kann dabei ein Differenzdruck zwischen einem Druck nach der Dosiereinrichtung und einem Druck vor dem Verzweigungsbereich bzw. nach der Pumpe ermittelt 45 werden. Und in einer weiteren sehr günstigen Weiterbildung davon kann dann die Pumpe, welche die Flüssigkeitvolumenströme aufrecht erhält, in ihrer Drehzahl in Abhängigkeit dieses Differenzdrucks geregelt werden.

[0013] Da dieser Differenzdruck im Vergleich zu dem Förderdruck der Pumpe selbst nur sehr geringe Schwankungen aufweist, läßt sich dieser leicht erfassen und mittels einer einfachen und schnellen Regelung entsprechend der Pumpendrehzahl nachführen. Da diese für die Regelung er-

forderliche Drehzahländerung im Vergleich zu einer reinen drehzahlgeregelten Anordnung wesentlich geringer ist, kann diese Regelung hochdynamisch erfolgen und der Differenzdruck und damit der dosierte Flüssigkeitsvolumenstrom kann in einem sehr engen Band wenigstens annähernd konstant gehalten werden.

[0014] Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens ergibt sich durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 5 genannten Merkmale.

[0015] Der darin beschriebene Aufbau ist einfach, sehr robust, kostengünstig und bezüglich seines Bauraums in einer sehr geringen Ausdehnung herzustellen. Insbesondere für den bevorzugten Einsatzzweck der Vorrichtung, nämlich für die Dosierung von flüssigen Kohlenwasserstoffen und/oder Wasser in ein Reformierungssystem einer mobilen Brennstoffzellenanlage, ergeben sich damit die beim Verfahren bereits angesprochenen erfundungsgemäßen Vorteile.

[0016] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den restlichen Unteransprüchen und dem anhand der Zeichnung nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiel.

[0017] Es zeigt:

[0018] Fig. 1 einen möglichen Aufbau einer Vorrichtung zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens; und

[0019] Fig. 2 eine Darstellung der Anpassung der Volumenströme in einem Systemdruck-Volumenstrom-Diagramm.

[0020] Fig. 1 zeigt eine prinzipielle Darstellung einer Vorrichtung, mittels welcher ein Verfahren zum dosierten Einbringen eines Flüssigkeitsvolumenstroms dV_1/dt in ein System oder eine Komponente 1, welche hier nur prinzipiell angedeutet ist und einen stark schwankenden Systemdruck p_{sys} aufweist, realisiert werden kann.

[0021] Gegen diesen Systemdruck p_{sys} wird über eine Dosiereinrichtung 2 der Flüssigkeitsvolumenstrom bzw. Systemvolumenstrom dV_1/dt zudosiert. Der Systemvolumenstrom dV_1/dt stammt dabei aus einem Vorratsbehälter 3, von dem aus eine Pumpe 4 einen Kreislaufvolumenstrom dV_2/dt mit einem entsprechenden Druck p fördert. Der Kreislaufvolumenstrom dV_2/dt durchströmt dann einen optionalen Filtereinrichtung 5 bevor er zu einem Verzweigungsbereich 6 gelangt und sich dort in den Systemvolumenstrom dV_1/dt und einen Tankrücklaufvolumenstrom dV_3/dt aufteilt. In den Leitungen des Tankrücklaufvolumenstroms dV_3/dt ist ein Druckhalteventil 7 angeordnet, über welches sich der Tankrücklaufvolumenstrom dV_3/dt einstellen lässt.

[0022] Prinzipiell ist als Ausführungsform für die Dosiereinrichtung 2 ein Dosierventil, z. B. ein Magnetventil oder dergleichen, genauso denkbar, wie eine Dosierrüse, welche neben der Dosierung gleichzeitig eine Zerstäubung des zu dosierenden Mediums beim Eintritt in das System bzw. die Komponente 1 bewirkt.

[0023] Für die Pumpe 4 sind sämtliche an sich bekannte Formen von Fördereinrichtungen denkbar, wobei sich hier insbesondere der Aufbau der Pumpe 4 als Kreisel-, Zahnrad-, Flügelzellen- oder Membranpumpe anbietet.

[0024] Die Filtereinrichtung 5 kann je nach Erfordernissen an den entsprechenden Kreislauf auch an einer anderen Stelle angeordnet sein oder es kann bei entsprechenden, sauberen Ausgangsstoffen auf den Einsatz einer Filtereinrichtung 5 gänzlich verzichtet werden.

[0025] Zusätzlich zu den bisher beschriebenen Komponenten kann der Bereich des Tankrücklaufvolumenstroms dV_3/dt zusätzlich eine optionalen Kühleinrichtung 8 aufweisen. Diese Kühleinrichtung 8 macht insbesondere beim Einsatz des Kreislaufes bei einer Dosierung der flüssigen Kohlenwasserstoffe für eine Benzin-Reformierung Sinn, da auf diese Weise durch die Kühleinrichtung 8 eine Aerosolbil-

dung in dem Benzin genauso verhindert werden kann, wie ein vorzeitiges Aufbrechen der Kohlenwasserstoffketten, ein sogenanntes "Cracken", welches die kontrollierte Reformierung des Benzins in dem System oder der Komponente 1 beeinträchtigen würde.

[0026] Wird nun der Systemvolumenstrom dV_1/dt gegenüber dem Tankrücklaufvolumenstrom dV_3/dt sehr klein gewählt, so können die in dem Systemdruck p_{sys} wirkenden Druckpulsationen, welche aus der Komponente 1, beispielsweise einem Verdampfer, stammen und beim schlagartigen Übergang von Flüssigkeitströpfchen in Dampf entstehen, den Druck p im Kreislaufvolumenstrom dV_2/dt und damit den Betriebspunkt der Pumpe 4 nur minimal verändern.

[0027] In dem Diagramm dieser Anpassung der Volumenströme in gemäß Fig. 2 kennzeichnen die gestrichelten Linien n_1 , n_2 und n_3 die Kennlinien der Pumpe 4 bei konstanter Drehzahl. Bei einem mittleren Gegendruck aus dem System p_{sys} wird sich auf der dV_2/dt -Linie des Kreislaufvolumenstroms ein Betriebspunkt B einstellen. Zu diesem Betriebspunkt gehört dann ein entsprechender Systemvolumenstrom dV_1/dt gemäß dessen Kennlinie sowie ein Tankrücklaufvolumenstrom dV_3/dt .

Kommt es nun zu Schwankungen dV_{sys} in dem Systemdruck, so wird der Betriebspunkt B auf der Kennlinie n_3 der Pumpe 4 verschoben und verursacht damit eine Druckschwankung $d(dV_2/dt)$ im Kreislaufvolumenstrom dV_2/dt . Da jedoch der Systemvolumenstrom dV_1/dt in der Art an den Kreislaufvolumenstrom dV_2/dt angepaßt ist, daß er um ein Vielfaches kleiner als der Kreislaufvolumenstrom dV_2/dt im jeweiligen Betriebspunkt B ist, wird erreicht, daß sich die durch den Systemdruck verursachte Druckschwankung dV_{sys} nur in einer minimalen Druckschwankung $d(dV_1/dt)$ des Systemvolumenstroms dV_1/dt auswirkt.

[0028] Zusätzlich zu dieser Minimierung der Druckschwankung $d(dV_1/dt)$ des Systemvolumenstroms dV_1/dt kann eine weitere Gegenmaßnahme ergriffen werden, welche wiederum in Fig. 1 prinzipiell angedeutet ist. Dabei wird, wie bereits oben erläutert, der Druck p vor dem Verzweigungspunkt 6 und der Systemdruck p_{sys} im Bereich zwischen der Dosiereinrichtung 2 und dem System oder der Komponente 1 oder in dem System oder der Komponente 1 direkt gemessen. Gemäß der punktiert angedeuteten Linie wird aus diesen beiden gemessenen Drücken p , p_{sys} eine Druckdifferenz dp ermittelt. Diese Druckdifferenz dp wird von einer Regeleinheit 9 erfaßt und zu einer Regelung der Drehzahl n_M eines die Pumpe 4 antreibenden Motors 10 genutzt.

[0029] Gegenüber einer reinen Drehzahlregelung der Pumpe 4 ohne eine Reduzierung der Druckschwankung $d(dV_1/dt)$ des Systemvolumenstroms dV_1/dt über die Anpassung der Volumenstromverhältnisse ergibt sich nur eine sehr geringe Schwankungen der Druckdifferenz dp . Diese geringe Schwankung kann über die Regeleinheit 9 mittels einer sehr schnellen und hochdynamischen Regelung der Drehzahl n_M des Motors 10 und damit einer sehr schnellen und hochdynamischen Anpassung der Förderleistung der Pumpe 4 ausgeregelt werden, da nur sehr viel kleinere Drehzahländerungen erfolgen müssen, um erforderlich sind den Systemvolumenstrom dV_1/dt bzw. die Druckdifferenz dp konstant zu regeln, als dies bei der oben angesprochenen reinen Drehzahlregelung der Pumpe 4 der Fall wäre.

[0030] Zwar verursacht dieser Aufbau einen vergleichsweise hohen Bedarf an Förderleistung, da ein großer Teil des Kreislaufvolumenstroms dV_2/dt , nämlich der Tankrücklaufvolumenstrom dV_3/dt ungenutzt in dem System zirkuliert, andererseits wird so bei vergleichsweise kleinem Bauraum die Möglichkeit geschaffen, mit einem einfachen und kostengünstigen Aufbau eine sehr hohe Dosiergenauigkeit, un-

abhängig von den Pulsationen des Systemdrucks p_{sys} , zu erreichen.

Patentansprüche

5

1. Verfahren zum dosierten Einbringen eines Flüssigkeitsvolumenstroms in ein System oder eine Komponente (1), insbesondere einen Verdampfer, in einem Gaserzeugungssystem einer Brennstoffzellenanlage, welche mit Druckpulsationen auf den Flüssigkeitsvolumenstrom (dV_1/dt) zurückwirkt, wobei ein Kreislaufvolumenstrom (dV_2/dt) von einem Vorratstank (3) mittels einer Pumpe zu einem Verzweigungsbereich (6) und zurück zu dem Vorratstank (3) gefördert wird, wobei von dem Verzweigungsbereich (6) der Flüssigkeitsvolumenstrom (dV_1/dt) zu dem System oder der Komponente (1) gelangt, in welche er in einer zu jedem Zeitpunkt vorgegebenen Menge zudosiert wird, und wobei der Flüssigkeitsvolumenstrom (dV_1/dt) sehr viel kleiner als der Kreislaufvolumenstrom (dV_2/dt) gewählt wird. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Differenzdruck (dp) zwischen dem Druck (p_{sys}) nach einer Dosiereinrichtung (2) und dem Druck (p) vor dem Verzweigungsbereich (6) ermittelt wird. 25
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Volumenströme (dV_1/dt , dV_2/dt , dV_3/dt) mittels der Pumpe (4) aufrechterhalten werden, wobei die Drehzahl (n_M) der Pumpe in Abhängigkeit des Differenzdrucks (dp) geregelt wird. 30
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Bereich zwischen dem Verzweigungspunkt (6) und dem Vorratsbehälter (3) der Kreislaufvolumenstrom/Tankrücklaufvolumenstrom (dV_3/dt) gekühlt wird (Kühlleinrichtung 8). 35
5. Vorrichtung zum dosierten Einbringen von Flüssigkeiten nach dem in den Ansprüchen 1 bis 4 beschriebenen Verfahren, dadurch gekennzeichnet, daß der Kreislaufvolumenstrom (dV_2/dt) von der Pumpe (4) zu dem Verzweigungsbereich (6)förderbar ist, wobei zwischen dem Verzweigungsbereich (6) und dem Vorratsbehälter (3) ein Druckhalteventil (7) angeordnet ist, und wobei zwischen dem Verzweigungsbereich (6) und dem System oder der Komponente (1), in welche die Flüssigkeit zudosierbar ist, eine Dosiereinrichtung (2) angeordnet ist. 40
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosiereinrichtung (2) als Dosierventil ausgebildet ist. 45
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosiereinrichtung (2) als Düsenzerstäuber ausgebildet ist. 50
8. Vorrichtung nach Anspruch 5, 6 oder 7 dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Pumpe (4) und dem Verzweigungsbereich (3) eine Filtereinrichtung (5) angeordnet ist. 55
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (4) drehzahlregelbar ausgebildet ist. 60

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

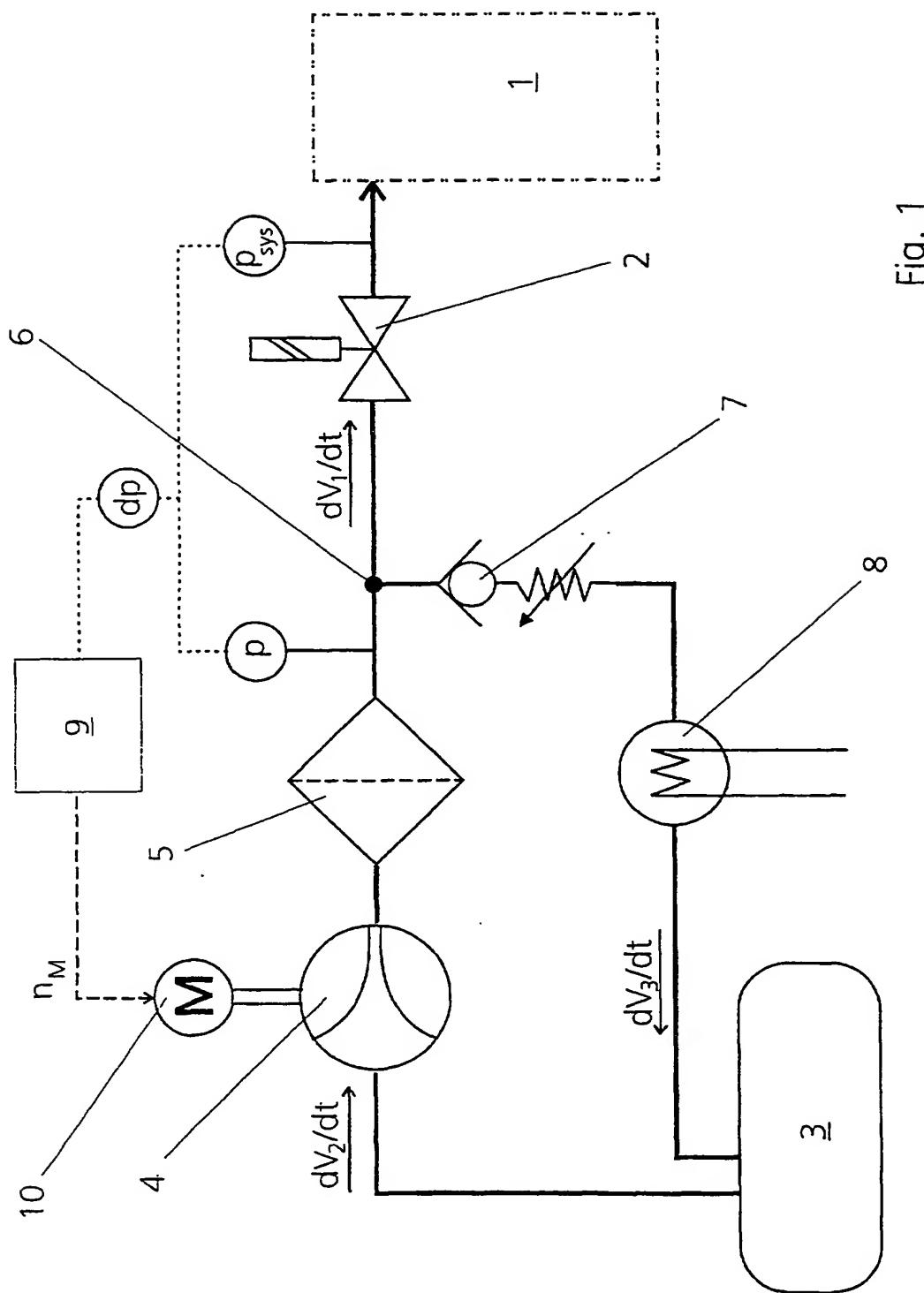


Fig. 1

Fig. 2

